

HPFRCC 陽極層を用いた電気化学的防食工法に関する研究

徳島大学大学院 学生会員 ○稲岡和彦
 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
 徳島大学大学院 学生会員 亀田貴文
 電気化学工業(株) 正会員 七澤 章

1. はじめに

鉄筋腐食によるコンクリート構造物の劣化に対して、電気化学的防食工法が検討される事例が増加している。しかし、劣化の程度が深刻で構造物としての力学的性能が低下している場合や、コンクリートの剥落が懸念される場合には、力学的性能を向上させるための補強工法や、かぶりコンクリートの剥落防止工法などを併用させる必要がある。

一方、コンクリート構造物の耐久性能の向上が可能な補修・補強材料として複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(HPFRCC)が注目されている。本材料はセメントモルタルに高性能有機短繊維を混入した材料で、ひび割れ発生後も応力の低下が見られないひずみ硬化特性や、微細ひび割れが分散する特徴がある。このような HPFRCC は、導電性が確保できることから、通電処理を行う電気化学的防食工法との組み合わせにより、相乗効果が期待できる。

そこで本研究では、電気化学的防食工法の陽極材をコンクリート表面に接着し、被覆する材料として HPFRCC を用いることで、防食効果に加えて力学的性能の向上が期待できる工法の可能性を明らかにすることを目的として実験的検討を行った。

2. 実験概要

本実験で陽極システムに用いた HPFRCC の水結合材比(W/B)は45%と37%の2レベルを設定した。繊維体積率(Vf)は1.5%, S/Cは0.5で一定とした(表-1 参照)。セメントは普通ポルトランドセメント(密度: 3.16 g/cm³,

比表面積: 3280 cm²/g), フライアッシュは JIS A 6201 で規定されたⅡ種フライアッシュ(密度: 2.35 g/cm³, 比表面積: 3700 cm²/g, SiO₂: 56.9 %, 強熱減量: 1.6 %)を用い、細骨材は7号珪砂(密度: 2.59 g/cm³)を用いた。

RC はり供試体の母材コンクリート部分は 100×80×400 mm とし、かぶり 20 mm で鉄筋 D10 SD295A を1本配した。8週間の封緘養生終了後、通電面となる打設面にチタンメッシュを含む厚さ 20 mm の HPFRCC 陽極層を接着した(図-1 参照)。その後さらに4週間の封緘養生を行い、通電処理を実施した。電流密度はコンクリート表面に対して 1.0 A/m², 通電期間は8週間とし、電解液は 0.1 N の Li₃BO₃ を用いた。無通電供試体および無補強供試体(100×100×400 mm, かぶり 40 mm で鉄筋配置)は湿空環境で保管した。

RC はり供試体の通電処理前後に鉄筋の自然電位を測定し、通電処理終了後に、静的曲げ載荷試験、HPFRCC 陽極層の建研式接着強度試験と、コンクリート中の Cl⁻ 濃度分布測定を行った。

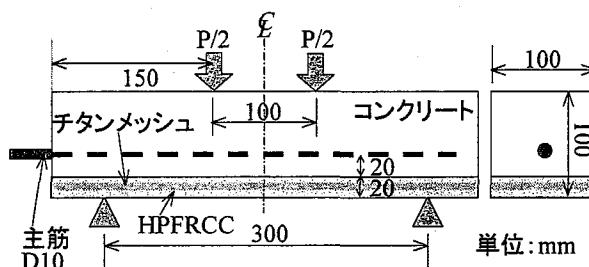


図-1 RC はり供試体の外観図

表-1 HPFRCC の示方配合

繊維 種類	W/B (%)	S/C	Vf (%)	配合 記号	単位量 (kg/m ³)						
					C	W	S	FA	繊維	増粘剤	SP 剤
PVA	37	0.5	1.5	V37	817	378	409	204	19.5	0.756	1.02
	45	0.5	1.5	V45	750	422	375	188	19.5	0.844	0.937
PE	37	0.5	1.5	E37	819	379	410	205	15	0.758	1.02

3. コンクリート中の Cl^- 濃度分布

通電供試体の凡例は配合記号の前に D, 無通電供試体は N を付けて表すことにする。

通電処理後の供試体中における Cl^- 濃度分布を図-4に示す。横軸は供試体中の位置で、0 mm が通電表面であり、HPFRCC 陽極層が 20 mm, さらに 20 mm のコンクリートかぶりを経て鉄筋が配置されている。図-4より、鉄筋近傍部分の Cl^- 量は 2.0 kg/m^3 程度まで減少していることから、初期混入 Cl^- 量の 8.0 kg/m^3 に対して鉄筋位置の脱塩率は 75%程度と計算できる。この値は陽極材を接着しない従来型のデサリネーションで得られた結果と同程度である。

4. HPFRCC 陽極層の接着強度試験

HPFRCC 陽極層と母材コンクリートとの接着強度試験結果を図-5に示す。図より、通電供試体の接着強度は、無通電供試体の場合と比べて低下している。このような通電処理による接着強度の低下は、HPFRCC 中に埋込まれたチタンメッシュにおけるアノード反応の影響で、HPFRCC 層や、HPFRCC 層とコンクリートとの界面が変質したことが原因と推測できるが、メカニズムの詳細については、今後の検討で明らかにしたい。

5. 曲げ載荷試験

RC はり供試体の静的曲げ載荷試験によって得られた荷重-スパン中央変位曲線を図-6に示す。図によると、HPFRCC 陽極層を接着した供試体は初期剛性が低下することなく、無補強供試体の降伏荷重を超える最大荷重を示しており、曲げ補強効果が確認できる。これは、HPFRCC 層がコンクリート中の鉄筋に加えて引張応力を負担していることを示していると言える。ただし、通電処理を行った場合(下図)には、無通電の場合(上図)よりも最大荷重後の荷重低下勾配が大きい。これは、図-5に示した通電処理に伴う接着強度の低下が RC はりとしての曲げじん性の低下につながったものと考えられる。

3 種類の HPFRCC の中で、V37 を接着した供試体は通電処理の有無によらず、無補強供試体よりも小さな変位で荷重が低下しており、曲げじん性は小さい。この配合は図-5に示したように、通電処理による接着強度の低下程度が最も大きかったことから、他の配合に比べて母材コンクリートとの一体性が低かった可能性が高い。

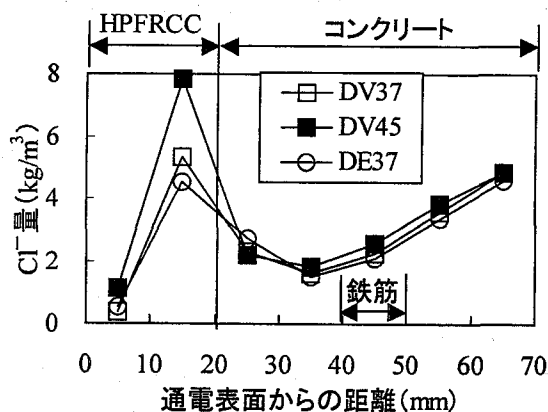


図-4 通電処理後の供試体中全塩分量分布

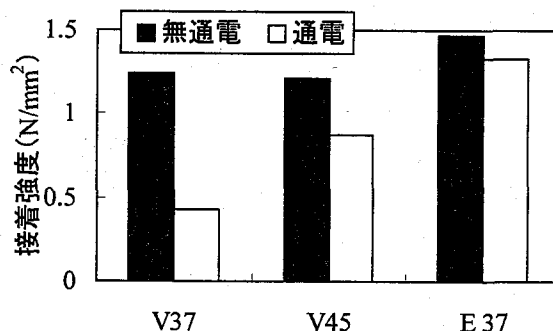


図-5 接着強度試験結果

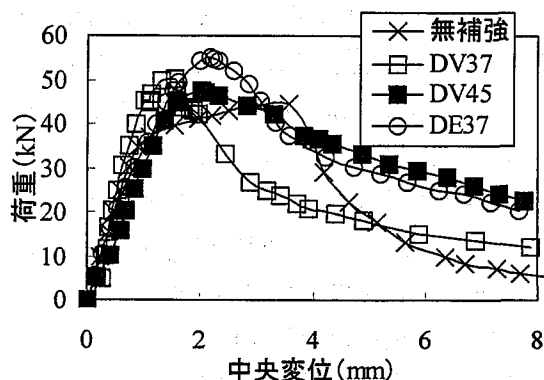
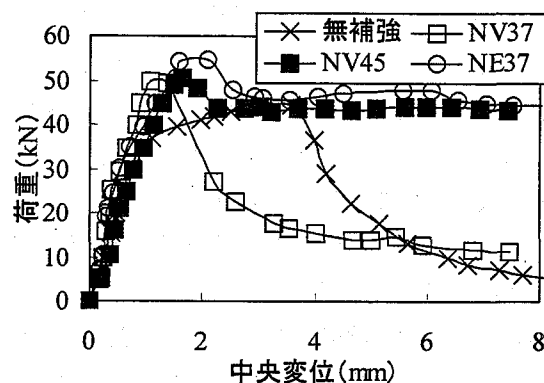


図-6 RC はり供試体の曲げ載荷試験における荷重-中央変位曲線